المحاضرة الأولى الأنـظمــة الـعددية

يعد تنوع أنظمة العد (النظم العددية) الأساسية والمعروفة لدى الباحثين والدارسين في العصر الحديث دليلاً على عمق تفكير الإنسان في تحليل المسائل الحياتية الهامة التي واجهتها البشرية خلال رحلتها في الحضارات الإنسانية كافة، كمسائل الوقت والتأريخ وقياس الزمن وتعريف مفاهيم عديدة كالكمية والوزن وسعة التخزين بمختلف معانيها وتعددت استخدامات أنظمة العد أكثر مع تطور العلوم الرياضية والهندسية والبرمجية.

إنَّ كل نظام عددي يتم بناءه وفقاً لمعطيين أساسيين هما:

1- **أساس النظام:** هو عبارة عن عدد صحيح أكبر تماماً من العدد 1.

2- **المكونات الأساسية للنظام:** هي مجموعة من الرموز **(أرقام وحروف كل منها يتألف من محرف وحيد)** تستخدم للتعبير عن القيم العددية وفقاً لهذا النظام.

ملاحظة.

ليكن $x>1$ عدداً صحيحاً عندئذ فإن:

1- عدد مكونات النظام العددي الذي أساسه العدد x هو x عنصر وهي تعبر عن الأعداد الصحيحة من 0 إلى $x-1$.

2- في حال كان أحد مكونات النظام العددي الذي أساسه العدد x يعبر عن عدد أكبر تماماً من العدد 9 فإنه يستبدل بمحرف وحيد للتعبير عن هذا العدد.

3- لأجل $2\le x\le 17$ نبين في الجدول الآتي مكونات النظام العددي الذي أساسه العدد x:

الأساس x	المكونات	الأساس x	المكونات
2	$0,1$	10	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9$
3	$0,1,2$	11	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a$
4	$0,1,2,3$	12	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b$
5	$0,1,2,3,4$	13	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c$
6	$0,1,2,3,4,5$	14	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d$
7	$0,1,2,3,4,5,6$	15	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e$
8	$0,1,2,3,4,5,6,7$	16	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e,f$
9	$0,1,2,3,4,5,6,7,8$	17	$0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,a,b,c,d,e,f,g$

ملاحظة.

1- ليكن x عدداً صحيحاً أكبر تماماً من العدد 1، عندئذ في أي نظام عددي أساسه العدد الصحيح x فإنَّ $(x)_{10}=(10)_x$.

2- ليكن x عدداً صحيحاً أكبر تماماً من العدد 10، عندئذ في أي نظام عددي أساسه العدد الصحيح x فإنَّ:

$$(a)_x = (10)_{10} \quad if\ x \ge 11$$
$$(b)_x = (11)_{10} \quad if\ x \ge 12$$
$$(c)_x = (12)_{10} \quad if\ x \ge 13$$
$$\vdots$$
$$(f)_x = (15)_{10} \quad if\ x \ge 16$$
$$\vdots$$

1-1. التحويل من أي نظام عددي إلى النظام العشري.

إذا كان $x \ne 10$ فإنَّ كل عدد $(y)_x = (a_n a_{n-1} a_{n-2} \ldots a_1 a_0 \,.\, a_{-1} a_{-2} \ldots . a_{-m})_x$ يمكن تحويله إلى النظام العشري بالشكل:

$$(y)_x = \left(a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \cdots + a_1 x^1 + a_0 x^0 + a_{-1} x^{-1} + a_{-2} x^{-2} + \ldots + a_{-m} x^{-m}\right)_{10}$$

مثال.1. حول كل عدد مما يلي من النظام المعطى وفقه إلى النظام العشري.

- $(1100101)_2 = 1\times 2^6 + 1\times 2^5 + 0\times 2^4 + 0\times 2^3 + 1\times 2^2 + 0\times 2^1 + 1\times 2^0 = 64 + 32 + 4 + 1 = (101)_{10}$
- $(111011.1101)_2 = 1\times 2^5 + 1\times 2^4 + 1\times 2^3 + 0\times 2^2 + 1\times 2^1 + 1\times 2^0 + 1\times 2^{-1} + 1\times 2^{-2} + 0\times 2^{-3} + 1\times 2^{-4}$
  $= 32 + 16 + 8 + 2 + 1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{16} = \left(\frac{957}{16}\right)_{10} = (59.8125)_{10}$
- $(122101)_3 = 1\times 3^5 + 2\times 3^4 + 2\times 3^3 + 1\times 3^2 + 0\times 3^1 + 1\times 3^0 = (469)_{10}$
- $(120.12)_3 = 1\times 3^2 + 2\times 3^1 + 0\times 3^0 + 1\times 3^{-1} + 2\times 3^{-2} = \left(\frac{140}{9}\right)_{10} = (15.\bar{5})_{10}$
- $(1232)_4 = 1\times 4^3 + 2\times 4^2 + 3\times 4^1 + 2\times 4^0 = (110)_{10}$
- $(1232.231)_4 = 1\times 4^3 + 2\times 4^2 + 3\times 4^1 + 2\times 4^0 + 2\times 4^{-1} + 3\times 4^{-2} + 1\times 4^{-3} = (110.703125)_{10}$
- $(1404)_5 = 1\times 5^3 + 4\times 5^2 + 0\times 5^1 + 4\times 5^0 = (229)_{10}$
- $(140.124)_5 = 1\times 5^2 + 4\times 5^1 + 0\times 5^0 + 1\times 5^{-1} + 2\times 5^{-2} + 4\times 5^{-3} = \frac{5664}{125} = (45.312)_{10}$
- $(16)_7 = 1\times 7^1 + 6\times 7^0 = (13)_{10}$
- $(127)_8 = 1\times 8^2 + 2\times 8^1 + 7\times 8^0 = (87)_{10}$
- $(16.25)_7 = 1\times 7^1 + 6\times 7^0 + 2\times 7^{-1} + 5\times 7^{-2} = \left(\frac{656}{49}\right)_{10} = (13.3877551)_{10}$
- $(0.127)_8 = 0\times 8^0 + 1\times 8^{-1} + 2\times 8^{-2} + 7\times 8^{-3} = \left(\frac{87}{512}\right)_{10} \approx (0.169921875)_{10}$
- $(abc)_{13} = 10\times 13^2 + 11\times 13^1 + 12\times 13^0 = (1845)_{10}$
- $(abc.a2)_{13} = 10\times 13^2 + 11\times 13^1 + 12\times 13^0 + 10\times 13^{-1} + 2\times 13^{-2} = (1845.781056)_{10}$
- $(13)_{13} = 1\times 13^1 + 3\times 13^0 = (16)_{10}$
- $(14)_{14} = 1\times 14^1 + 4\times 14^0 = (18)_{10}$

$\bullet(10)_{15}=1\times15^1+0\times15^0=(15)_{10}$ $\bullet(16)_{16}=1\times16^1+6\times16^0=16+6=(22)_{10}$

$\bullet(102adf)_{16}=1\times16^5+0\times16^4+2\times16^3+10\times16^2+13\times16^1+15\times16^0=(1059551)_{10}$

$\bullet(12bf.03d)_{16}=1\times16^3+2\times16^2+11\times16^1+15\times16^0+0\times16^{-1}+3\times16^{-2}+13\times16^{-3}$

$$=\left(4799+\frac{61}{4096}\right)_{10}=(191.8125)_{10}$$

$\bullet(0.ac)_{16}=10\times16^{-1}+12\times16^{-2}=\left(\frac{43}{64}\right)_{10}=(0.671875)_{10}$

تمرين. أوجد قيمة كل من الأعداد الآتية بالتمثيل العشري:

$\bullet(1001111.10011)_2$ $\bullet(111011.011)_2$ $\bullet(100111.1111)_2$ $\bullet(11111.1101)_2$

$\bullet(102.12)_3$ $\bullet(11)_3$ $\bullet(0.11)_3$ $\bullet(1.12)_3$ $\bullet(12)_3$ $\bullet(121)_3$

$\bullet(132.12)_4$ $\bullet(13)_4$ $\bullet(32.11)_4$ $\bullet(13.12)_4$ $\bullet(12)_4$ $\bullet(120)_4$

$\bullet(142.12)_5$ $\bullet(14)_5$ $\bullet(34.41)_5$ $\bullet(14.12)_5$ $\bullet(12)_5$ $\bullet(140)_5$

$\bullet(12.2)_8$ $\bullet(17)_8$ $\bullet(3.71)_8$ $\bullet(71.16)_8$ $\bullet(55)_8$ $\bullet(22)_8$

$\bullet(1a2.a2)_{11}$ $\bullet(1a)_{11}$ $\bullet(3a.a1)_{11}$ $\bullet(1a3.12a)_{11}$ $\bullet(12)_{11}$ $\bullet(11)_{11}$

$\bullet(12.21)_{12}$ $\bullet(ab)_{12}$ $\bullet(a.b)_{12}$ $\bullet(13.26)_{12}$ $\bullet(aa)_{12}$ $\bullet(bbb)_{12}$

$\bullet(af.5c)_{16}$ $\bullet(ef4)_{16}$ $\bullet(f.0e)_{16}$ $\bullet(1.6)_{16}$ $\bullet(15)_{16}$ $\bullet(3cde)_{16}$

2−1. التحويل من النظام العشري إلى أي نظام عددي.

كل عدد $(y)_{10}=(a_n a_{n-1} a_{n-2}\dots a_1 a_0\,.\,a_{-1} a_{-2}\dots a_{-m})_{10}$ يمكن تحويله إلى النظام العددي الذي أساسه العدد الصحيح x باتباع الخطوات الآتية:

أولاً. لنضع $X_{10}=(a_n\,a_{n-1}\,a_{n-2}\dots a_1\,a_0)_{10}$ ونتبع الخطوات الآتية:

$$\left.\begin{array}{lll} X\ div\ x=A_0 & \rightarrow & X \bmod x=b_0\\ A_0\ div\ x=A_1 & \rightarrow & A_0 \bmod x=b_1\\ A_1\ div\ x=A_2 & \rightarrow & A_1 \bmod x=b_2\\ \vdots & & \\ A_{l-2}\ div\ x=A_{l-1} & \rightarrow & A_{l-2} \bmod x=b_{l-1}\\ A_{l-1}\ div\ x=0 & \rightarrow & A_{l-1} \bmod x=b_l=A_{l-1} \end{array}\right\}\Rightarrow X_{10}=\left(b_l\,b_{l-1}\,b_{l-2}\dots b_2\,b_1\,b_0\right)_x$$

حيث إنَّ $a\,div\,b$ هي الناتج الصحيح لقسمة a على b، أما $a \bmod b$ فهي باقي قسمة a على b، فعلى سبيل المثال $5\,div\,2=2,\ 5\bmod 2=1$.

ثانياً. لنضع $Y_{10}=\left(0.\,a_{-1}a_{-2}....a_{-m}\right)_{10}$ ونتبع الخطوات الآتية:

$$Y\times x=c_{-1}.c_{1,1}\,c_{1,2}\,c_{1,3}\dots\,c_{1,t_{-1}} \quad\rightarrow\quad c_{-1}$$

$$0.c_{1,1}\,c_{1,2}\,c_{1,3}\dots c_{1,t_{-1}}\times x=c_{-2}.c_{2,1}\,c_{2,2}\,c_{2,3}\dots\,c_{2,t_{-2}} \quad\rightarrow\quad c_{-2}$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

$$0.c_{k-2,1}\,c_{k-2,2}\,c_{k-2,3}\dots c_{k-2,t_{k-2}}\times x=c_{-(k-1)}.c_{k-1,1}\,c_{k-1,2}\,c_{k-1,3}\dots c_{k-1,t_{k-1}} \quad\rightarrow\quad c_{-(k-1)}$$

$$0.c_{k-1,1}\,c_{k-1,2}\,c_{k-1,3}\dots c_{k-1,t_{k-1}}\times x=c_{-k}.c_{k,1}\,c_{k,2}\,c_{k,3}\dots c_{k,t_k} \quad\rightarrow\quad c_{-k}$$

$$\vdots \qquad\qquad \vdots$$

نستمر على هذه النحو حتى نتوقف، و نتوقف في إحدى الحالتين:

1− عندما يكون $0.c_{k-1,1}\,c_{k-1,2}\,c_{k-1,3}\dots c_{k-1,t_{k-1}}\times x=c_{-k}$ عدد صحيح، وفي هذه الحالة يكون:

$$Y_{10}=\left(0.c_{-1}\,c_{-2}\dots c_{-(k-1)}\,c_{-k}\right)_x$$

وعندئذ يكون:

$$(y)_{10}=\left(b_l\,b_{l-1}\,b_{l-2}\,\dots\,b_2\,b_1\,b_0\,.c_{-1}\,c_{-2}\dots c_{-(k-1)}\,c_{-k}\right)_x$$

2− عندما يكون $0.c_{k,1}\,c_{k,2}\,c_{k,3}\dots c_{k,t_k}$ مكرراً ولنفرض أن:

$$0.c_{k,1}\,c_{k,2}\,c_{k,3}\dots c_{k,t_k}\times x=c_{-n}.c_{n,1}\,c_{n,2}\,c_{n,3}\dots c_{n,t_k}$$

في هذه الحالة يكون:

$$Y_{10}=\left(0.c_{-1}\,c_{-2}\dots\overline{c_{-n}\,c_{-(n+1)}\cdots\,c_{-(k-1)}\,c_{-k}}\right)_x$$

وعندئذ يكون:

$$(y)_{10}=\left(b_l\,b_{l-1}\,b_{l-2}\,\dots\,b_2\,b_1\,b_0\,.c_{-1}\,c_{-2}\dots\overline{c_{-n}\,c_{-(n+1)}\cdots\,c_{-(k-1)}\,c_{-k}}\right)_x$$

ملاحظة.

ليكن x عدداً صحيحاً أكبر تماماً من العدد 1 عندئذ فإنَّ:

$$\left(x^n\right)_{10}=\Big(\underbrace{100\cdots00}_{\text{n times}}\Big)_x$$

مثال.2.

- $\left(81=3^4\right)_{10}=(10000)_3$
- $\left(32=2^5\right)_{10}=(100000)_2$
- $\left(4=2^2\right)_{10}=(100)_2$
- $\left(121=11^2\right)_{10}=(100)_{11}$
- $\left(64=8^2\right)_{10}=(100)_8$
- $\left(125=5^3\right)_{10}=(1000)_5$
- $\left(1331=11^3\right)_{10}=(1000)_{11}$
- $\left(81=9^2\right)_{10}=(100)_9$
- $\left(2401=7^4\right)_{10}=(10000)_7$
- $\left(196=14^2\right)_{10}=(100)_{14}$
- $\left(2197=13^3\right)_{10}=(1000)_{13}$
- $(256)_{10}=(100)_{16}$

مثال.3. حول كل عدد مما يلي من النظام العشري إلى النظام الثنائي.

$\bullet (2)_{10} = (10)_2$

$2\, div\, 2 = 1 \qquad 2 \bmod 2 = 0$

$1\, div\, 2 = 0 \qquad 1 \bmod 2 = 1$

$\bullet (0.325)_{10} = (0.010\overline{1001})_2$

$0.325 \times 2 = 0.65 \rightarrow 0$

$0.65 \times 2 = 1.3 \rightarrow 1$

$0.3 \times 2 = 0.6 \rightarrow 0$

$0.6 \times 2 = 1.2 \rightarrow 1$

$0.2 \times 2 = 0.4 \rightarrow 0$

$0.4 \times 2 = 0.8 \rightarrow 0$

$0.8 \times 2 = 1.6 \rightarrow 1$

0.6 Repeated

$\bullet (215)_{10} = (11010111)_2$

$215\, div\, 2 = 107 \qquad 215 \bmod 2 = 1$

$107\, div\, 2 = 53 \qquad 107 \bmod 2 = 1$

$53\, div\, 2 = 26 \qquad 53 \bmod 2 = 1$

$26\, div\, 2 = 13 \qquad 26 \bmod 2 = 0$

$13\, div\, 2 = 6 \qquad 13 \bmod 2 = 1$

$6\, div\, 2 = 3 \qquad 6 \bmod 2 = 0$

$3\, div\, 2 = 1 \qquad 3 \bmod 2 = 1$

$1\, div\, 2 = 0 \qquad 1 \bmod 2 = 1$

$\bullet \left(0.5 = \frac{1}{2}\right)_{10} = (0.1)_2$

$0.5 \times 2 = 1 \rightarrow 1 \in \mathbb{Z}$

$\bullet \left(0.25 = \frac{1}{4}\right)_{10} = (0.01)_2$

$0.25 \times 2 = 0.5 \rightarrow 0$

$0.5 \times 2 = 1 \rightarrow 1 \in \mathbb{Z}$

$\bullet \left(\frac{1}{3} = 0.\overline{3}\right)_{10} = (0.\overline{01})_2$

$\frac{1}{3} \times 2 = 0.\overline{3} \times 2 = \frac{2}{3} = 0.\overline{6} \rightarrow 0$

$\frac{2}{3} \times 2 = 0.\overline{6} \times 2 = \frac{4}{3} = 1.\overline{3} \rightarrow 1$

$\frac{1}{3} = 0.\overline{3}$ Repeated

$\bullet \left(7.5 = \frac{15}{2}\right)_{10} = (111.1)_2$

$7\, div\, 2 = 3 \qquad 7 \bmod 2 = 1$

$3\, div\, 2 = 1 \qquad 3 \bmod 2 = 1$

$1\, div\, 2 = 0 \qquad 1 \bmod 2 = 1$

$0.5 \times 2 = 1 \rightarrow 1 \in \mathbb{Z}$

$\bullet (2.2)_{10} = (10.\overline{0011})_2$

$2\, div\, 2 = 1 \qquad 2 \bmod 2 = 0$

$1\, div\, 2 = 0 \qquad 1 \bmod 2 = 1$

$0.2 \times 2 = 0.4 \rightarrow 0$

$0.4 \times 2 = 0.8 \rightarrow 0$

$0.8 \times 2 = 1.6 \rightarrow 1$

$0.6 \times 2 = 1.2 \rightarrow 1$

0.2 Repeated

$\bullet \left(16.25 = \frac{65}{4}\right)_{10} = (10000.01)_2$

$16\, div\, 2 = 8 \qquad 16 \bmod 2 = 0$

$8\, div\, 2 = 4 \qquad 8 \bmod 2 = 0$

$4\, div\, 2 = 2 \qquad 4 \bmod 2 = 0$

$2\, div\, 2 = 1 \qquad 2 \bmod 2 = 0$

$1\, div\, 2 = 0 \qquad 1 \bmod 2 = 1$

$0.25 \times 2 = 0.5 \rightarrow 0$

$0.5 \times 2 = 1 \rightarrow 1 \in \mathbb{Z}$

$\bullet(345.425)_{10}=(101011001.01\overline{10110})_2$	
$345\,div\,2=172 \quad 345 \bmod 2=1$	$0.425\times2=0.85 \to 0$
$172\,div\,2=86 \quad 172 \bmod 2=0$	$0.85\times2=1.7 \to 1$
$86\,div\,2=43 \quad 86 \bmod 2=0$	$0.7\times2=1.4 \to 1$
$43\,div\,2=21 \quad 43 \bmod 2=1$	$0.4\times2=0.8 \to 0$
$21\,div\,2=10 \quad 21 \bmod 2=1$	$0.8\times2=1.6 \to 1$
$10\,div\,2=5 \quad 10 \bmod 2=0$	$0.6\times2=1.2 \to 1$
$5\,div\,2=2 \quad 5 \bmod 2=1$	$0.2\times2=0.4 \to 0$
$2\,div\,2=1 \quad 2 \bmod 2=0$	0.4 Repeated
$1\,div\,2=0 \quad 1 \bmod 2=1$	

تمرين. أثبت صحة كل من:

$\bullet(0)_{10}=(0)_2$ $\bullet(1)_{10}=(1)_2$ $\bullet(2)_{10}=(10)_2$ $\bullet(3)_{10}=(11)_2$ $\bullet(4)_{10}=(100)_2$

$\bullet(5)_{10}=(101)_2$ $\bullet(6)_{10}=(110)_2$ $\bullet(7)_{10}=(111)_2$ $\bullet(8)_{10}=(1000)_2$

$\bullet(9)_{10}=(1001)_2$ $\bullet(10)_{10}=(1010)_2$ $\bullet(11)_{10}=(1011)_2$ $\bullet(12)_{10}=(1100)_2$

$\bullet(13)_{10}=(1101)_2$ $\bullet(14)_{10}=(1110)_2$ $\bullet(15)_{10}=(1111)_2$

تمرين. أوجد صورة كل من الأعداد الآتية وفق النظام الثنائي:

$\bullet(0.375)_{10}$ $\bullet(196.16)_{10}$ $\bullet(45.225)_{10}$ $\bullet\left(0.1=\frac{1}{10}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.2=\frac{1}{5}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.3=\frac{3}{10}\right)_{10}$

$\bullet\left(0.4=\frac{2}{5}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.6=\frac{3}{5}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.7=\frac{7}{10}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.8=\frac{4}{5}\right)_{10}$ $\bullet\left(0.9=\frac{9}{10}\right)_{10}$

مثال.4. حول كل عدد مما يلي من النظام العشري إلى النظام الثلاثي.

$\bullet(3)_{10}=(10)_3$ $3\,div\,3=1 \quad 3 \bmod 3=0$ $1\,div\,3=0 \quad 1 \bmod 3=1$	
$\bullet(215)_{10}=(21222)_3$ $215\,div\,3=71 \quad 215 \bmod 3=2$ $71\,div\,3=23 \quad 71 \bmod 3=2$ $23\,div\,3=7 \quad 23 \bmod 3=2$ $7\,div\,3=2 \quad 7 \bmod 3=1$ $2\,div\,3=0 \quad 2 \bmod 3=2$	$\bullet(0.3)_{10}=(0.\overline{0220})_3$ $0.3\times3=0.9 \to 0$ $0.9\times3=2.7 \to 2$ $0.7\times3=2.1 \to 2$ $0.1\times3=0.3 \to 0$ 0.3 Repeated
$result: \quad \bullet(3.3)_{10}=(10.\overline{0220})_3$	

$\bullet\left(0.25=\frac{1}{4}\right)_{10}=\left(0.\overline{02}\right)_3$ $0.25\times 3=0.75 \quad \rightarrow 0$ $0.75\times 3=2.25 \quad \rightarrow 2$ 0.25 Repeated	$\bullet\left(0.5=\frac{1}{2}\right)_{10}=\left(0.\bar{1}\right)_3$ $0.5\times 3=1.5 \quad \rightarrow 1$ 0.5 Repeated
$result: \quad \bullet\left(3.25=\frac{13}{4}\right)_{10}=\left(10.\overline{02}\right)_3$	$result: \quad \bullet\left(3.5=\frac{7}{2}\right)_{10}=\left(10.\bar{1}\right)_3$
$\bullet\left(6.\bar{3}=\frac{19}{3}\right)_{10}=\left(20.1\right)_3$ $6\,div\,3=2 \qquad 6\bmod 3=0$ $2\,div\,3=0 \qquad 2\bmod 3=2$ - - - - - - - - - - - - - - - - - $\frac{1}{3}\times 3=0.\bar{3}\times 3=1 \quad \rightarrow 1\in\mathbb{Z}$	$\bullet\left(\frac{1}{3}=0.\bar{3}\right)_{10}=\left(0.1\right)_3$ $\frac{1}{3}\times 3=0.\bar{3}\times 3=1 \quad \rightarrow 1\in\mathbb{Z}$ $\bullet\left(\frac{1}{5}=0.2\right)_{10}=\left(0.\overline{0121}\right)_3$ $0.2\times 3=0.6 \quad \rightarrow 0$ $0.6\times 3=1.8 \quad \rightarrow 1$ $0.8\times 3=2.4 \quad \rightarrow 2$ $0.4\times 3=1.2 \quad \rightarrow 1$ 0.2 Repeated

مثال.5. حول كل عدد مما يلي من النظام العشري إلى النظام الست عشري.

$\bullet(0.345)_{10}=\left(0.5\overline{851eb}\right)_{16}$ $0.345\times 16=5.52 \quad \rightarrow 5$ $0.52\times 16=8.32 \quad \rightarrow 8$ $0.32\times 16=1.12 \quad \rightarrow 5$ $0.12\times 16=1.92 \quad \rightarrow 1$ $0.92\times 16=14.72 \quad \rightarrow e$ $0.72\times 16=11.52 \quad \rightarrow b$ 0.52 Repeated	$\bullet(16.16)_{10}=\left(10.\overline{28f5c}\right)_{16}$ $16\,div\,16=1 \qquad 16\bmod 16=0$ $1\,div\,16=0 \qquad 1\bmod 16=1$ - $0.16\times 16=2.56 \quad \rightarrow 2$ $0.56\times 16=8.96 \quad \rightarrow 8$ $0.96\times 16=15.36 \quad \rightarrow f$ $0.36\times 16=5.76 \quad \rightarrow 5$ $0.76\times 16=12.16 \quad \rightarrow c$ 0.16 Repeated
$\bullet(215)_{10}=(d7)_{16}$ $215\,div\,16=13 \qquad 215\bmod 16=7$ $13\,div\,16=0 \qquad 13\bmod 16=13\rightarrow d$	$\bullet(12035)_{10}=(2f03)_{16}$ $12035\,div\,16=752 \qquad 12035\bmod 16=3$ $752\,div\,16=47 \qquad 752\bmod 16=0$ $47\,div\,16=2 \qquad 47\bmod 16=15\rightarrow f$ $2\,div\,16=0 \qquad 2\bmod 16=2$
$result: \quad \bullet(215.345)_{10}=\left(d7.5\overline{851eb}\right)_{16}$	